



**Europäisches
Patentamt**

**European
Patent Office**

**Office européen
des brevets**



RECEIVED
JAN 26 2001
Technology Center 2100

Bescheinigung

Certificate

Attestation

Die angehefteten Unterlagen stimmen mit der ursprünglich eingereichten Fassung der auf dem nächsten Blatt bezeichneten europäischen Patentanmeldung überein.

The attached documents are exact copies of the European patent application described on the following page, as originally filed.

Les documents fixés à cette attestation sont conformes à la version initialement déposée de la demande de brevet européen spécifiée à la page suivante.

Patentanmeldung Nr. Patent application No. Demande de brevet n°

99120713.5

Der Präsident des Europäischen Patentamts;
Im Auftrag

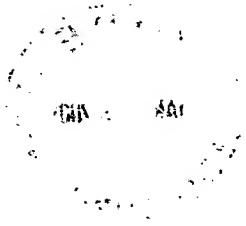
For the President of the European Patent Office

Le Président de l'Office européen des brevets
p.o.

I.L.C. HATTEN-HECKMAN

DEN HAAG, DEN
THE HAGUE,
LA HAYE, LE

30/11/00



This Page Blank (uspto)



**Europäisches
Patentamt**

**European
Patent Office**

**Office européen
des brevets**

**Blatt 2 der Bescheinigung
Sheet 2 of the certificate
Page 2 de l'attestation**

Anmeldung Nr.:
Application no.: 99120713.5
Demande n°:

Anmeldetag:
Date of filing: 18/10/99
Date de dépôt:

Anmelder:
Applicant(s):
Demandeur(s):
Endress + Hauser Flowtec AG
CH-4153 Reinach BL 1
SWITZERLAND

Bezeichnung der Erfindung:
Title of the invention:
Titre de l'invention:
Programmierbares Feld-Messgerät

In Anspruch genommene Priorität(en) / Priority(ies) claimed / Priorité(s) revendiquée(s)

Staat:
State:
Pays:

Tag:
Date:
Date:

Aktenzeichen:
File no.
Numéro de dépôt:

Internationale Patentklassifikation:
International Patent classification:
Classification internationale des brevets:

/

Am Anmeldetag benannte Vertragsstaaten:
Contracting states designated at date of filing: AT/BE/CH/CY/DE/DK/ES/FI/FR/GB/GR/IE/IT/LI/LU/MC/NL/PT/SE/TR
Etats contractants désignés lors du dépôt:

Bemerkungen:
Remarks:
Remarques:

Page Blank (uspto)

Programmierbares Feld-Meßgerät

Die Erfindung betrifft ein Feld-Meßgerät mit einer programmierbaren Meßgeräte-Elektronik und ein Verfahren zu deren Re-Konfiguration.

In der Prozeß-Automatisierungstechnik werden bevorzugt Feld-Meßgeräte eingesetzt, die dazu dienen, Prozeß-Meßgrößen, wie z.B. Massendurchfluß, Füllstand, Druck, Temperatur etc., mittels entsprechender Meßwert-Aufnehmer zu erfassen und in diese Prozeß-Meßgrößen repräsentierende analoge oder digitale Meßsignale umzuwandeln.

Üblicherweise sind derartige Feld-Meßgeräte über ein entsprechendes Datenübertragungs-System miteinander und mit entsprechenden Prozeß-Leitrechnern verbunden, an das sie die Meßsignale z.B. via 2-Leiter-Stromschleife und/oder via digitalen Daten-BUS senden. Als Datenübertragungs-Systeme werden z.B. Fieldbus sowie die entsprechenden Übertragungs-Protokolle eingesetzt.

Mittels der Prozeß-Leitrechner werden die übertragenen Meßsignale weiterverarbeitet und als entsprechende Meßergebnisse z.B. auf Monitoren visualisiert und/oder in Steuersignale für Prozeß-Stellglieder, wie z.B. Magnet-Ventile, Elektro-Motoren etc., umgewandelt.

Neben der primären Funktion, nämlich der Erzeugung von Meßsignalen, weisen moderne Feld-Meßgeräte zahlreiche weitere Funktionalitäten auf, die ein effizientes und sicheres Führen des zu beobachtenden Prozesses unterstützen. Dazu zählen u.a. solche zusätzlichen Funktionen, wie die Eigenüberwachung des

19-10-1999

EP99120713.5

SPEC

2

F1 118 DE

18.10.1999

Feld-Meßgerätes, das Abspeichern von Meßwerten, das Erzeugen von Steuersignalen für Stellglieder, etc. Aufgrund dieser hohen Funktionalität der Feld-Meßgeräte können in zunehmendem Maße Prozeß leitende Funktionen in die Feld-Ebene verlagert und somit die Prozeßführungs-Systeme entsprechend dezentral organisiert werden.

Ferner betreffen diese zusätzlichen Funktionalitäten z.B. auch die Inbetriebnahme des Feld-Meßgerätes sowie dessen Anbindung an das Datenübertragungs-System.

Diese und weitere Funktionen der Feld-Meßgeräten sind üblicherweise mittels Mikro-Computer und entsprechender, in diesen implementierten Programm-Codes realisiert.

Diese Programm-Codes werden vor der Inbetriebnahme des Feld-Meßgerätes in einen permanenten Speicher, z.B. einen PROM oder einen nicht-flüchtigen Speicher, z.B. eine EEPROM, des Mikro-Computers einprogrammiert und für den Betrieb des Feld-Meßgerätes in einen flüchtigen Speicher, z.B. einen RAM, geladen.

Die mittels der Feld-Meßgeräte beobachteten Prozesse unterliegen dabei sowohl hinsichtlich der baulichen Ausführung der Anlagen als auch hinsichtlich der zeitlichen Abfolgen einzelner Prozeßschritte einer steten Modifikation. In entsprechender Weise sind auch die Feld-Meßgeräte den sich ändernden Prozeßbedingungen anzupassen und weiter zu entwickeln. Dies erstreckt sich sowohl auf die Meßwert-Aufnehmer, aber vor allem auch auf die implementierten Funktionen, wie z.B. die Ansteuerung des Meßwert-Aufnehmers, die Auswertung der Meßsignale oder die Präsentations der Meßergebnisse sowie die Kommunikaton mit dem Datenübertragungs-System.

Für derartige Änderungen der implementierten Funktionen sind in programmierbaren Feld-Meßgeräten vorwiegend lediglich entsprechende Re-Konfigurationen der gespeicherten Software erforderlich. Diese Re-Konfigurationen werden üblicherweise vor Ort vorgenommen und können z.B. Änderungen einzelner Meßgeräte-Parameter oder auch das Laden von kompletten Auswerte-Programmen umfassen.

Eine Möglichkeit zur Realisierung der Re-Konfigurationen besteht darin, die zu ändernden Software enthaltende Speicher durch die geänderte Software enthaltende Speicher zu ersetzen, was z.B. durch ein Umstecken einzelner Speicher-Elementen oder durch Auswechseln der entsprechenden Speicher-Platinen erfolgen kann. Dies ist mit einem sehr hohen Installations-Aufwand verbunden, da für derartige Re-Konfigurationen das Gehäuse des Feld-Meßgerätes zu öffnen und letzteres dem entsprechend abzuschalten ist. Ein weitere Nachteil ist, daß bei dieser Re-Konfiguration ggf. die betreffenden Anlagenbereiche ebenfalls außer Betrieb zu nehmen sind.

Bei der Verwendung von nicht-flüchtigen Speicher-Elementen zum Speichern der Software besteht eine weitere Möglichkeit zur Re-Konfiguration der Signalverarbeitungs-Einheit darin, die geänderte Software von einem Massespeicher, z.B. einer Diskette oder einem Magnetband, oder via Download-BUS in einen flüchtigen Speicher der Signalverarbeitungs-Einheit, z.B. in einen RAM, heruntergeladen. Daran anschließend kann die entsprechend zu ändernde Software im nicht-flüchtigen Speicher gelöscht und durch die im flüchtigen Speicher befindliche Software ersetzt werden.

Für diese Re-Konfigurationen muß das Gehäuse Feld-Meßgerätes nicht geöffnet werden; das Feld-Meßgerät ist jedoch off-line, d.h. außer Meß-Betrieb, zu schalten. Dadurch verringert sich

19-10-1999

SPEC

4

Fl 118 DE

18.10.1999

zwar der Zeitaufwand für die Re-Konfiguration erheblich, ein allfälliges Abschalten der betroffenen Anlagenbereiche kann jedoch nicht ausgeschlossen werden.

Ein weiterer Nachteil bei einer derartigen Re-Konfiguration besteht darin, daß die zu ändernde Software nicht mehr und die geänderte Software noch nicht vollständig geladen sind. Je länger dieser Zustand andauert, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit, daß äußere Störungen, z.B. Spannungseinbrüche, auftreten. Dies kann aufgrund des relativ hohen Energiebedarfs beim Beschreiben nicht-flüchtiger Speicher und aufgrund der in Feld-Meßgeräten üblicherweise geringen Energiereserven dazu führen, daß die zu ladenden Software aus dem flüchtigen Speicher gelöscht werden und somit für die Re-Konfiguration nicht mehr verfügbar ist. Dem entsprechend bricht die Re-Konfiguration unvollendet ab. Dieser fehlerhaften Zustand kann z.B. durch ein Rücksetzen des Mikro-Computers auf fest einprogrammierte Standard-Einstellungen und ein erneutes Laden der Software überwunden werden, was wiederum zur Verlängerung der Stillstandszeit des Feld-Meßgerätes und ggf. des entsprechenden Anlagenbereiches führt.

Eine Möglichkeit zur Verringerung der Fehlerwahrscheinlichkeit besteht darin, die Kapazität und/oder die Leistung der Energieversorgung entsprechend höher zu dimensionieren. Dies kann z.B. durch zusätzliche, insb. redundant ausgeführte, Energiespeicher-Schaltungen, z.B. entsprechende Akkumulator- und/oder Kapazitäts-Netzwerke, realisiert werden. Dem gegenüber steht jedoch die Forderung nach Meßgeräte-Elektroniken mit minimalem Raum- und Energiebedarf sowie mit minimalem Schaltungsaufwand. Ferner ist die Dimensionierung oftmals, insb. für in explosionsgefährdeten Bereichen

einzusetzende Feld-Meßgeräte, durch entsprechende Standards auf eine maximale Energiereserve begrenzt.

Eine Aufgabe der Erfindung besteht daher darin, ein Feld-Meßgerät mit einer programmierbaren Meßgeräte-Elektronik anzugeben, die im On-line-Betrieb re-konfigurierbar ist und die während sowie nach dem Re-Konfigurieren nicht in einen durch dieses Re-Konfigurieren bedingten, undefinierten oder fehlerhaften Zustand versetzt wird.

Zur Lösung der Aufgabe besteht die Erfindung in einem Feld-Meßgerät mit einer Meßgeräte-Elektronik zum Erzeugen wenigstens eines Meßsignals, das eine mittels eines Meßwert-Aufnehmers erfaßte und in ein Aufnehmer-Signal transformierte Prozeßmeßgröße repräsentiert, bei welchem Feld-Meßgerät die Meßgeräte-Elektronik umfaßt:

- eine nicht-flüchtige Datenspeicher-Schaltung zum persistenten Speichern von Software
- mit einem aktivierten ersten Speicherbereich für einen eine erste Konfiguration der Meßgeräte-Elektronik repräsentierenden ersten Programm-Code und
- mit einem deaktivierten zweiten Speicherbereich für einen eine zweite Konfiguration der Meßgeräte-Elektronik repräsentierenden zweiten Programm-Code sowie
- eine Steuer-Schaltung, die ein dem Deaktivieren des ersten Speicherbereichs und dem Aktivieren des zweiten Speicherbereichs dienendes Auswahl-Signal erzeugt.

Ferner besteht die Erfindung in einem Verfahren zum Re-Konfigurieren einer Meßgeräte-Elektronik eines Feld-Meßgerätes, die dem Verarbeiten eines von einem Meßwert-Aufnehmer erzeugten und eine Prozeßmeßgröße repräsentierenden Aufnehmer-Signals dient und die umfaßt:

19-10-1999

EP99120713.5

SPEC

6

Fl 118 DE

18.10.1999

- eine nicht-flüchtige Datenspeicher-Schaltung zum persistenten Speichern von Software und
 - eine Steuer-Schaltung,
- welches Verfahren folgende Schritte umfaßt:
- ein in einem aktivierten ersten Speicherbereich der Datenspeicher-Schaltung gespeicherter, eine erste Konfiguration der Meßgeräte-Elektronik repräsentierender ersten Programm-Code wird von einem Rechen-Prozeß ausgeführt,
 - ein Konfigurations-Prozeß wird gestartet und in einen Koordinations-Prozeß registriert,
 - der Koordinations-Prozeß gewährt dem Konfigurations-Prozeß einen exklusiven Daten lesenden und/oder Daten schreibenden Zugriff auf einen zweiten Speicherbereich der Datenspeicher-Schaltung,
 - der Konfigurations-Prozeß sendet Änderungs-Daten an den zweiten Speicherbereich, die dem Erstellen eines eine zweite Konfiguration der Meßgeräte-Elektronik repräsentierenden zweiten Programm-Codes dienen, und
 - der Koordinations-Prozeß deaktiviert den ersten Speicherbereich und aktiviert den zweiten Speicherbereich so, daß der zweite Programm-Code vom Rechen-Prozeß ausgeführt werden kann.

Nach einer ersten Ausgestaltung des Verfahrens wird vor dem Starten des Konfigurations-Prozesses der erste Programm-Code aus dem ersten Speicherbereich in zweiten Speicherbereich kopiert.

Ein Vorteil der Erfindung besteht darin, daß der die momentane Konfiguration der Meßgeräte-Elektronik repräsentierende erste Programm-Code während des Re-Konfigurierens unverändert geladen und somit die ausgeführte Software stets in einem konsistenten Zustand ist.

19-10-1999

EP99120713.5

SPEC

18.10.1999

Ein weiterer Vorteil der Erfindung ist, daß das Deaktivieren der ersten Konfiguration und das Aktivieren der zweiten Konfiguration gleichzeitig erfolgt und auch bei einem Ausfall der externen Energieversorgung mit den in derartigen Feld-Meßgeräten üblicherweise gespeicherten Energiereserve sicher und konsistent beendet werden kann.

Ein anderer Vorteil der Erfindung besteht darin, daß das Re-Konfigurieren der Meßgeräte-Elektronik somit auch im Meßbetrieb des Feld-Meßgerätes durchgeführt werden kann.

Nachfolgend werden die Erfindung sowie weitere Vorteile anhand der Figuren der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels erläutert.

- Fig. 1 zeigt schematisch für ein programmierbares Feld-Meßgerät mit einer Meßgeräte-Elektronik und
- Fig. 2 zeigt schematisch ein Verfahren zum Re-Konfigurieren der Meßgeräte-Elektronik gemäß Fig. 1.

In der Fig. 1 ist nach der Art eines Blockschaltbildes ein Feld-Meßgerät dargestellt, das dazu dient, wenigstens eine Prozeßmeßgröße x_{11} , z.B. einen Füllstand in einem Behälter, einen Volumen- und/oder Massedurchfluß eines strömenden Fluids oder einen Druck, einen pH-Wert und/oder eine Temperatur eines Mediums etc. zu erfassen und in ein die Prozeßmeßgröße x_{11} repräsentierendes, übertragungsfähiges Meßsignal x_{12} umzuwandeln.

Zum Daten-Austausch mit anderen Verfahrens-Prozeß beobachtenden und/oder Verfahrens-Prozeß führenden Informations-Systemen, z.B. einer speicher-programmierbaren Steuerung und/oder einem Prozeß-Leitrechner, umfaßt das Feld-Meßgerät eine Meßgeräte-Elektronik 1, die mittels einer

Kommunikations-Schnittstelle 11, z.B. einem Modem, mit einem externen BUS-System 2, z.B. PROFI-BUS, PROFIBUS-PA, FIELDBUS oder CAN-BUS, gekoppelt ist. Die Meßgeräte-Elektronik 1 ist bevorzugt direkt mit dem BUS-System 2 verbunden; sie kann aber auch via Zwei-Draht-Leitung an BUS-System 2 angeschlossen sein. Derartige BUS-Systeme realisieren neben der erwähnten Datenübertragung auch die Energieversorgung der angeschlossenen Feld-Meßgeräte.

Gemäß Fig. 1 umfaßt das Feld-Meßgerät ferner einen Meßwert-Aufnehmer 3, der dazu dient, die Prozeßmeßgröße x_{11} zu erfassen und in ein diese repräsentierendes analoges Aufnehmer-Signal x_{31} , z.B. ein Strom-Signal, ein Spannungs-Signal oder ein Frequenz-Signal, umzuwandeln. Als Meßwert-Aufnehmer 3 können z.B. Coriolis-Massdurchfluß-Aufnehmer, magnetisch-induktive Durchflußaufnehmer, Druck-Sensoren, pH-Elektroden, Widerstandsthermometer, Thermoelemente, optische Sensoren, Ultraschall-Sensoren und/oder Mikrowellen-Sensoren etc., dienen.

Das vom Meßwert-Aufnehmer 3 erzeugte Aufnehmer-Signal x_{31} wird gemäß Fig. 1 einer Konverter-Schaltung 13 der Meßgeräte-Elektronik 1 eingangsseits angelegt, welche Konverter-Schaltung 13 dazu dient, das Aufnehmer-Signal x_{31} in ein digitales Aufnehmer-Signal x_{32} umzuwandeln. Dazu wird das analoge Aufnehmer-Signal x_{31} in der dem Fachmann bekannte Weise anti-aliasing-gefiltert, abgetastet, gehalten und mittels entsprechender A/D-Umsetzer digitalisiert. Das digitale Aufnehmer-Signal x_{32} ist ausgangsseits der Konverter-Schaltung 13 über einen adressierbaren Signal-Port an einen Daten-BUS eines internen BUS-Systems 12 der Meßgeräte-Elektronik 1 angelegt.

19-10-1999

EP99120713.5

SPEC

18.10.1999

Neben der Digitalisierung des Aufnehmer-Signals x_{31} dient die Meßgeräte-Elektronik 1 ferner dazu, das digitale Aufnehmer-Signal x_{32} in das Meßsignal x_{12} umzuwandeln sowie dem Daten-Austausch dienende Übertragungs-Protokolle zu generieren. Ferner liefert die Meßgeräte-Elektronik 1 ggf. auch der Ansteuerung des Meßwert-Aufnehmers 3 dienendene Steuer-Signale.

Die Meß-Elektronik 1 ist bevorzugt in einem einzigen Elektronik-Gehäuse des Feld-Meßgerätes untergebracht; sie kann z.B. auch bei modular ausgeführten Feld-Meßgeräten mit einem Meßwert-Aufnehmer-Modul und mit einem Signal-Auswerte-Modul, auf beide Module verteilt angeordnet sein.

Zur Realisierung der Meßgeräte-Elektronik 1 können z.B. dem Fachmann bekannten ASIC's und/oder SMD's verwendet werden.

Während der Betriebszeit von Feld-Meßgeräten der beschriebenen Art werden üblicherweise seitens des Anwenders und/oder seitens des Herstellers ein oder mehrere Änderungen von dem Betreiben des Feld-Meßgerätes dienenden, in der Meßgeräte-Elektronik 1 implementierten Signalverarbeitungs-Routinen veranlaßt, die z.B. Re-Kalibrierungen der Meßgeräte-Elektronik 1, Verbesserungen implementierter Auswerte-Verfahren und/oder Modifikationen von Übertragungs-Protokollen umfassen können.

In modernen Feld-Meßgeräten sind daher solche Signalverarbeitungs-Routinen, für die entsprechende Änderungen zu erwarten sind, üblicherweise als festwert-programmiert Software persistent abgespeichert. Persistent bedeutet, daß die Software einerseits, insb. auch nach einem durch einen Ausfall der Energieversorgung bedingten Neustart der Meßgeräte-Elektronik 1, gelesen und somit ausgeführt werden kann; andererseits kann die Software auch, insb. zum Re-

19-10-1999

EP99120713.5

SPEC

10

Fl 118 DE

18.10.1999

Konfigurieren der Meßgeräte-Elektronik 1, umprogrammiert werden.

Gemäß Fig. 1 umfaßt die Meßgeräte-Elektronik 1 daher des weiteren eine Steuer-Schaltung 14 mit wenigstens einem Mikroprozessor 141, der via BUS-System 12 Zugriff auf das digitale Aufnehmer-Signal x_{32} sowie auf in einer nicht-flüchtigen Datenspeicher-Schaltung 15 der Meßgeräte-Elektronik 1 persistent gespeicherte Software hat. Ferner können auch extern ablaufende, via BUS-System 2 mit der Meßgeräte-Elektronik 1 kommunizierenden Prozesse auf die Datenspeicher-Schaltung 15 Daten lesend und/oder Daten schreibend und somit auf die gespeicherte Software zugreifen.

Nach einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung umfaßt die Datenspeicher-Schaltung 15 wenigstens einen EEPROM-Schaltkreis zum Speichern der Software. Selbstverständlich können auch andere dem Fachmann bekannte nicht-flüchtige Speicher-Schaltkreise wie z.B. FLASH/EEPROM-, EPROM- und/oder CMOS-Schaltkreise verwendet werden.

Zur Realisierung von schnellen, insb. in Echt-Zeit ablaufenden, Signalverarbeitungs-Routinen umfaßt die Meßgeräte-Elektronik 1 bevorzugt eine als Arbeitsspeicher dienende flüchtige Datenspeicher-Schaltung 16 von geringer Zugriffszeit, in die häufig auszuführende Programm-Codes der Software z.B. aus der Datenspeicher-Schaltung 15 geladen werden können. Die Datenspeicher-Schaltung 16 kann z.B. über das interne BUS-System 12 an die Steuer-Schaltung 14 angekoppelt und/oder als Cachespeicher direkt in die Steuer-Schaltung 14 integriert sein. Als Datenspeicher-Schaltung 16 können z.B. statische und/oder dynamische RAM-Schaltkreise verwendet werden.

Ferner umfaßt die Meßgeräte-Elektronik 1 eine Energiespeicher-Elektronik 17. Diese dient bevorzugt dazu, eine für einen Daten schreibenden Zugriff auf die Datenspeicher-Schaltung 15 erforderliche Energie, insb. auch während eines Ausfalls der Energieversorgung via BUS-System 2, vorzuhalten.

Die in der Datenspeicher-Schaltung 15 abgelegte Software umfaßt gemäß der Fig. 2 wenigstens einen ersten Programm-Code C_{151} , der eine erste Konfiguration der Meßgeräte-Elektronik 1 repräsentiert. Dieser Programm-Code C_{151} ist in einem aktivierten ersten Speicherbereich 151 der Datenspeicher-Schaltung 15 abgelegt und kann, wie bereits erwähnt, im Betrieb der Meßgeräte-Elektronik 1 von wenigstens einem im Mikroprozessor 141 ablaufenden Rechen-Prozeß $tsk1$ ausgeführt werden. Des weiteren kann der Programm-Code C_{151} auch durch einen dem Umprogrammieren der Software dienenden und eine zweite Konfiguration der Meßgeräte-Elektronik 1 repräsentierenden zweiten Programm-Code C_{152} ersetzt werden, wie dies mit dem strich-punktiert gezeichneten Pfeil symbolisch in Fig. 2 dargestellt ist.

Aktivierter Speicherbereich bedeutet hierbei, daß wenigstens vom Rechen-Prozeß $tsk1$ Daten lesend auf diesen Speicherbereich zugegriffen und der entsprechend gespeicherte Programm-Code, z.B. der Programm-Code C_{151} , ausgeführt werden kann.

Als Programm-Code C_{151} , C_{152} können vollständige Programme, z.B. das Meßsignal x_{12} erzeugende Signalverarbeitungs-Routinen, einzelnen Programm-Schritte, und/oder als Programm-Parameter codierte Kalibrier-Daten für das Feld-Meßgerät dienen. Des weiteren können auch zur Realisierung von Kommunikations-Schnittstellen und/oder zum Treiben pheripherer Anzeige-und Bedienelemente dienende Routinen als Programm-Code C_{151} , C_{152} in der Datenspeicher-Schaltung 15 abgelegt sein.

Die Programm-Codes C₁₅₁, C₁₅₂ können sowohl seitens des Herstellers als auch seitens des Anwenders in die Datenspeicher-Schaltung 15 implementiert worden sein.

Zum Erstellen des dem Re-Konfigurieren der Meßgeräte-Elektronik 1 dienenden Programm-Codes C₁₅₂ wird ein erster Konfigurations-Prozeß tsk2 gestartet, der entsprechende, z.B. manuell eingegebene, Änderungs-Daten TD an die Datenspeicher-Schaltung 15 sendet. Dazu kann dieser bevorzugt sowohl Daten schreibend als auch Daten lesend auf die Datenspeicher-Schaltung 15 zugreifen.

Als Konfigurations-Prozeß tsk2 können z.B. ein in der Meßgeräte-Elektronik 1 oder in einem an die Kommunikations-Schnittstelle 11 das bereits erwähnte Modem angeschlossenen externen Programmiergerät ablaufendes, Editor-Programm oder auch eine, von einem Massenspeicher die Änderungs-Daten TD in die Datenspeicher-Schaltung 15 ladende Speicher-Routine dienen. Der Konfigurations-Prozeß tsk2 kann aber auch auf einem externen, die Änderungs-Daten TD via BUS-System 2 sendenden Programmier-Gerät ablaufen.

Des weiteren kann nach dem Konfigurations-Prozeß tsk2 z.B. auch ein zweiter Konfigurations-Prozeß tsk3 gestartet sein.

In einer derartigen Multi-User-Umgebung müssen Daten lesende und/oder Daten schreibende Zugriffe auf die Datenspeicher-Schaltung 15 derart koordiniert werden, daß stets eine konsistente Software aktiviert ist; Änderungen, die zu Inkonsistenzen der Software führen können, sind dementsprechend zu verhindern. Dazu wird in der Steuer-Schaltung 14, insb. vor dem Beginn des Re-Konfigurierens, wenigstens ein Koordinations-Prozeß tsk4 gestartet, der das Daten lesende und/oder das Daten schreibende Zugreifen, insb.

seitens der Konfigurations-Prozesse tsk2, tsk3 und/oder
seitens des Rechen-Prozesses tsk1 steuert.

Als Koordinations-Prozeß tsk4 dient nach einer bevorzugten
Ausgestaltung der Erfindung ein Persistenz-Manager und/oder
ein Transactions-Manager einer in der Meßgeräte-Elektronik
implementierten Datenbank. Diese Datenbank ist ebenfalls in
der Datenspeicher-Schaltung 15 persistent abgelegt und kann
ggf. zu deren Ausführung in die Datenspeicher-Schaltung 16
geladen werden.

Gemäß Fig. 1 umfaßt die Datenspeicher-Schaltung 15 zum
konsistenten Ändern der Software mindestens einen
aktivierbaren zweiten Speicherbereich 152, in den der, insb.
während oder nach der Inbetriebnahme des Feld-Meßgerätes
generierte, Programm-Code C₁₅₂ gespeichert ist. Ferner kann die
Datenspeicher-Schaltung 15 noch weitere temporär aktivierbare
Speicherbereiche umfassen, die in der beschriebenen Weise
andere Konfigurationen des Feld-Meßgerätes repräsentierende
Programm-Codes der Software speichern.

Aufgrund dessen, daß im Betrieb des Feld-Meßgerätes stets nur
eine einzige Konfiguration der Meßgeräte-Elektronik 1 momentan
gültig sein kann, ist gleichzeitig höchstens einer der
Speicherbereiche 151, 152 aktiviert. Dieses Aktivieren wird
ebenfalls vom Koordinations-Prozeß tsk4 gesteuert.

Nach dem Starten des Konfigurations-Prozesses tsk2 wird dieser
in den in der Steuer-Schaltung 14 ablaufenden Koordinations-
Prozeß tsk4 registriert.

Des weiteren wird der momentan deaktivierte Speicherbereich
152 so eingestellt, daß der Konfigurations-Prozeß tsk2
exklusiv sowohl Daten schreibend als auch Daten lesend auf den

Speicherbereich 152 zugreifen kann. Mittels des Koordinations-Prozesses tsk4 wird der Speicherbereich 152 gleichzeitig so eingestellt, daß nicht in den Koordinations-Prozeß tsk4 registrierte Prozesse, wie z.B. der Rechen-Prozeß tsk1 und/oder Konfigurations-Prozeß tsk3, weder schreibend noch lesend auf den Speicherbereich 152 zugreifen können.

Nachdem der Programm-Code C_{151} vom Konfigurations-Prozeß tsk2 vollständig, insb. fehlerfrei, in den Speicherbereich 152 übertragen worden ist, ist zum Re-Konfigurieren der Meßgeräte-Elektronik 1 lediglich der Speicherbereich 152 mit dem Programm-Code C_{152} zu aktivieren. Gleichzeitig ist der Speicherbereich 151 mit dem Programm-Code C_{151} zu deaktivieren. Dazu wird vom Konfigurations-Prozeß tsk2 nach dem vollständigen Übertragen der Änderungs-Daten TD ein entsprechender Befehl an den Koordinations-Prozeß tsk4 gesendet, der daraufhin ein dem Deaktivieren des Speicherbereiches 151 und dem Aktivieren des Speicherbereiches 152 dienendes digitales Auswahl-Signal x_{14} erzeugt. Auswahl-Signal x_{14} kann z.B. ein an die Datenspeicher-Schaltung 15 adressierter und gesendeter Schreib-Befehl sein, der dazu dient, eine persistent gespeicherte, auf den Speicherbereich 151 verweisenden Sprung-Adresse durch eine auf den Speicherbereich 152 verweisender Sprung-Adresse zu ersetzen.

Somit befindet sich die Meßgeräte-Elektronik 1 lediglich für eine kurze Dauer, nämlich für die Zeit des Umschaltens vom aktivierten Speicherbereich 151 auf den aktivierten Speicherbereich 152, in einem kritischen Zustand, während der die erste Konfiguration außer Betrieb und die zweite Konfiguration noch nicht in Betrieb genommen ist. Dieses Umschalten erfolgt praktisch durch das Überschreiben einer einzigen Sprung-Adresse und kann, insb. auch mittels der in der Energiespeicher-Schaltung 17 vorgehaltenen

Energiereserven, ohne weiteres gepuffert werden. Somit ist die ausgeführte Software und damit auch die Meßgeräte-Elektronik 1 während des Re-Konfigurierens und/oder nach einem Ausfall der oben erwähnten, externen Energieversorgung stets in einem konsistenten Zustand.

Selbstverständlich kann der nunmehr aktivierte Programm-Code C₁₅₂ wiederum durch einen anderen Programm-Code in der oben beschriebenen Weise ersetzt werden.

Nach einer bevorzugten Ausgestaltung des Verfahrens der Erfindung wird vor dem Starten des Konfigurations-Prozesses tsk2 der Programm-Code C₁₅₁ vom Speicherbereich 151 in den Speicherbereich 152 kopiert.

Nach einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung des Verfahrens der Erfindung wird der Programm-Code C₁₅₂ nach dem Deaktivieren des Speicherbereiches 151 vom Speicherbereich 152 in den Speicherbereich 151 kopiert.

Nach einer anderen bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung läuft der Rechen-Prozeß tsk1 auch nach dem Starten des Konfigurations-Prozesses tsk2 in der Meßgeräte-Elektronik 1 ab, d.h. der Rechen-Prozeß tsk1 kann weiterhin den im momentan aktivierten Speicherbereich 151 Programm-Code C₁₅₁ ausführen.

Für diesen Fall, daß das Re-Konfigurieren der Meßgeräte-Elektronik 1 im Meßbetrieb des Feld-Meßgerätes erfolgen soll, muß auch während des Re-Konfigurierens die Software ausführbar in der Datenspeicher-Schaltung 15 geladen sein. Dazu werden die beiden Speicherbereiche 151, 152 bevorzugt als Wechsellpeicher betrieben, und zwar so, daß entweder der Speicherbereich 151 mit dem Programm-Code C₁₅₁ oder der Speicherbereich 152 mit dem Programm-Code C₁₅₂ aktiviert ist.

Nach einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist die Datenspeicher-Schaltung 15 als eine monolitische Schaltung ausgeführt, die beide Speicherbereiche 151, 152 umfaßt.

Nach einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist der Speicherbereich 151 und/oder 152 lösbar an das BUS-System 12 gekoppelt. Für diesen Fall kann als aktivierter Speicherbereich 152 auch eine externe Datenspeicher-Schaltung z.B. eine Datenspeicher-Schaltung im bereits erwähnten, an die Meßgeräte-Elektronik 1 angeschlossenen Programmiergerät, dienen, auf die die Meßgeräte-Elektronik 1 zumindest temporär einen Daten lesenden Zugriff hat.

PATENTANSPRÜCHE

1. Feld-Meßgerät mit einer Meßgeräte-Elektronik (1) zum Erzeugen wenigstens eines digitalen Meßsignals (x_{12}), das eine mittels eines Meßwert-Aufnehmers (3) erfaßte und in ein Aufnehmer-Signal (x_{32}) transformierte Prozeßmeßgröße (x_{11}) repräsentiert, bei welchem Feld-Meßgerät die Meßgeräte-Elektronik (1) umfaßt:

- eine nicht-flüchtige Datenspeicher-Schaltung (16) zum persistenten Speichern von Software
- mit einem aktivierten ersten Speicherbereich (151) für einen eine erste Konfiguration der Meßgeräte-Elektronik (1) repräsentierenden ersten Programm-Code (C_{151}) und
- mit einem deaktivierten zweiten Speicherbereich (152) für einen eine zweite Konfiguration der Meßgeräte-Elektronik (1) repräsentierenden zweiten Programm-Code (C_{152}), sowie
- eine Steuer-Schaltung (14), die ein dem Deaktivieren des ersten Speicherbereichs (151) und dem Aktivieren des zweiten Speicherbereichs (152) dienendes Auswahl-Signal (x_{14}) erzeugt.

2. Verfahren zum Re-Konfigurieren einer Meßgeräte-Elektronik (1) eines Feld-Meßgerätes, die dem Verarbeiten eines von einem Meßwert-Aufnehmer (3) erzeugten und eine Prozeßmeßgröße (x_{11}) repräsentierenden digitalen Aufnehmer-Signals (x_{22}) dient und die umfaßt:

- eine nicht-flüchtige Datenspeicher-Schaltung (15) zum persistenten Speichern von Software und
- eine Steuer-Schaltung (14),

welches Verfahren folgende Schritte umfaßt:

- ein in einem aktivierten ersten Speicherbereich (151) der Datenspeicher-Schaltung (15) gespeicherter, eine erste Konfiguration der Meßgeräte-Elektronik (1) repräsentierender ersten Programm-Code (C_{151}) wird von einem Rechen-Prozeß (tsk1) ausgeführt,
- ein Konfigurations-Prozeß (tsk2) wird gestartet und in einen Koordinations-Prozeß (tsk4) registriert,
- der Koordinations-Prozeß (tsk4) gewährt dem Konfigurations-Prozeß (tsk2) einen exklusiven Daten lesenden und/oder Daten schreibenden Zugriff auf einen zweiten Speicherbereich (152) der Datenspeicher-Schaltung (15),
- der Konfigurations-Prozeß (tsk2) sendet Änderungs-Daten (TD) an den zweiten Speicherbereich (152), die dem Erstellen eines eine zweite Konfiguration der Meßgeräte-Elektronik (1) repräsentierenden zweiten Programm-Codes (C_{152}) dienen, und
- der Koordinations-Prozeß (tsk4) deaktiviert den ersten Speicherbereich (151) und aktiviert den zweiten Speicherbereich (152) so, daß der zweite Programm-Code (C_{152}) vom Rechen-Prozeß (tsk1) ausgeführt werden kann.

3. Verfahren nach Anspruch 2, bei dem vor dem Starten des Konfigurations-Prozesses (tsk2) der erste Programm-Code (C_{151}) aus dem ersten Speicherbereich (151) in zweiten Speicherbereich (152) kopiert wird.

ZUSAMMENFASSUNG

Programmierbares Feld-Meßgerät

Es wird Feld-Meßgerät mit einer programmierbaren Meßgeräte-Elektronik (1) gezeigt, die im On-line-Betrieb re-konfigurierbar ist und die während sowie nach dem Re-Konfigurieren nicht in einen durch dieses Re-Konfigurieren bedingten, undefinierten oder fehlerhaften Zustand versetzt wird. Dazu umfaßt die Meßgeräte-Elektronik (1) eine nicht-flüchtige Datenspeicher-Schaltung (16) zum persistenten Speichern von Software mit einem aktivierten Speicherbereich (151) für einen Programm-Code (C151) und mit einem deaktivierten Speicherbereich (152) für Programm-Code (C152) sowie eine Steuer-Schaltung (14), die ein dem Deaktivieren des Speicherbereichs (151) und dem Aktivieren des Speicherbereichs (152) dienendes Auswahl-Signal (x14) erzeugt. Des weiteren wird ein Verfahren zum Re-Konfigurieren der Meßgeräte-Elektronik (1) vorgestellt, bei dem der Programm-Code (C151) von einem Rechen-Prozeß (tsk1) ausgeführt wird. Zum Erstellen des Programm-Codes (C152) wird ein Konfigurations-Prozeß (tsk2) gestartet, der Änderungs-Daten (TD) an den Speicherbereich (152) sendet.

1/2

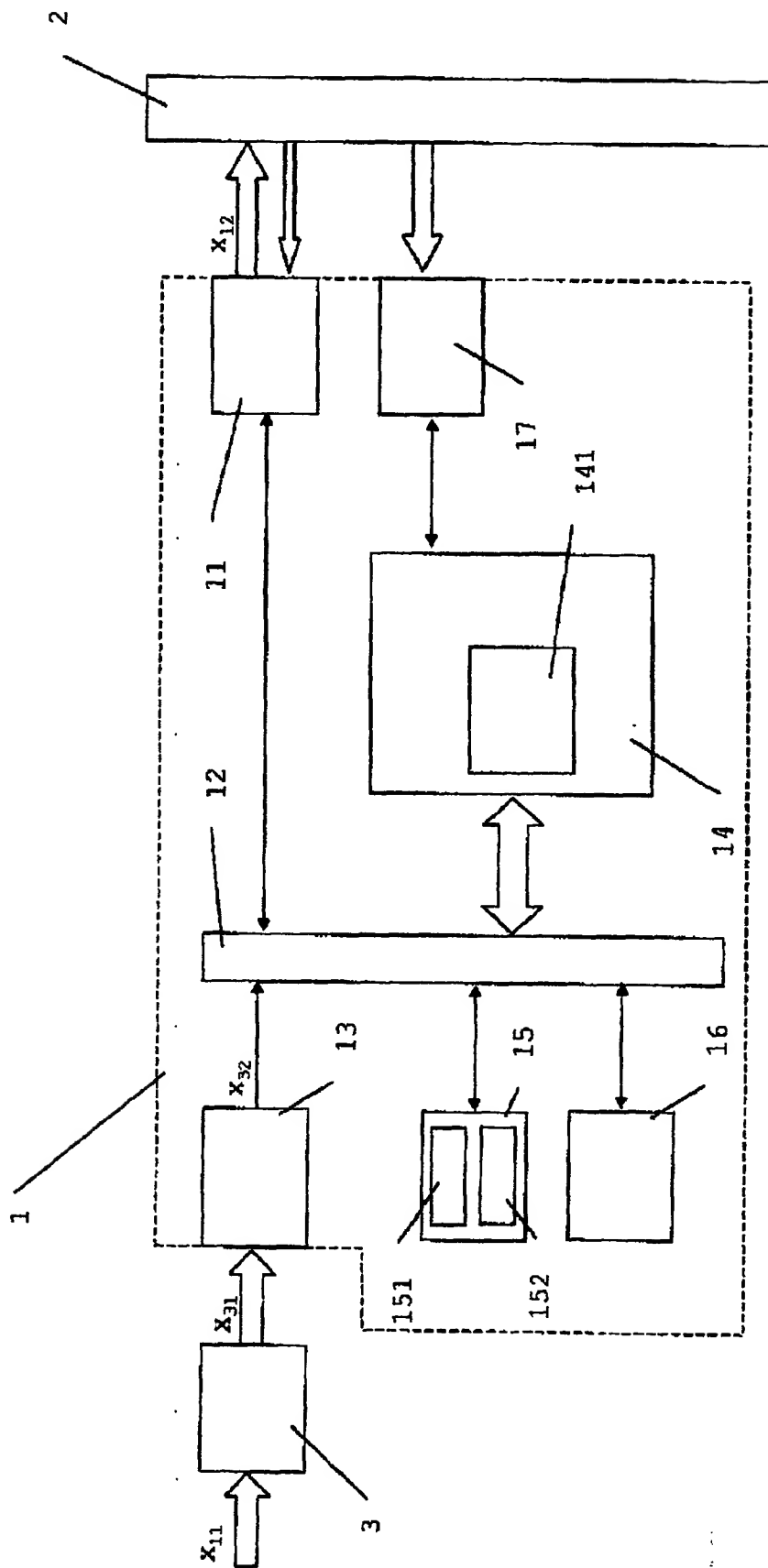


Fig. 1

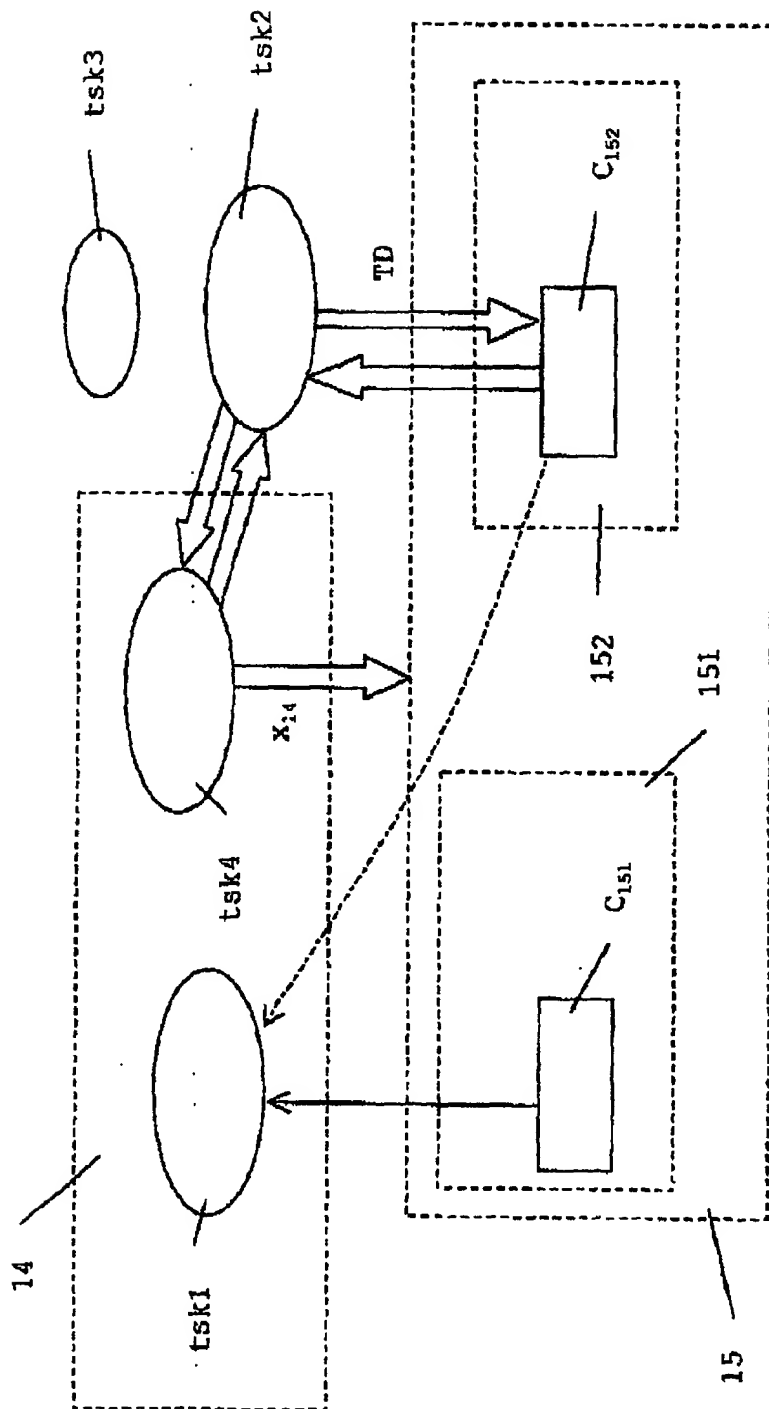


Fig. 2

This Page Blank (uspio,